

IL DIODO

1 - Generalità

Un cristallo di materiale semiconduttore, drogato in modo da creare una giunzione pn , costituisce un *diodo* a semiconduttore. In fig. 1 sono illustrati la struttura e il simbolo circuitale in cui sono evidenziati i terminali di *anodo* e *catodo* corrispondenti alle zone drogate con elementi, rispettivamente, di tipo p e n .

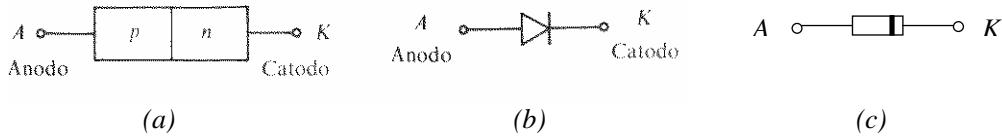


Fig. 1 - Diodo: (a) struttura, (b) simbolo circuitale, (c) componente elettronico.

In un diodo non sottoposto a tensione elettrica avvengono i fenomeni che seguono (fig. 2). Nello spazio di contatto (*giunzione*) tra le zone p e n gli elettroni della zona n tendono a ricombinarsi con le lacune della zona p . Questo fenomeno interessa anche i portatori maggioritari lontani dalla giunzione, che, a causa del loro moto disordinato, possono raggiungere la giunzione, e si arresta solo quando il doppio strato di cariche determinato dagli atomi droganti ionizzati (*zona di svuotamento*), raggiunge uno spessore (di qualche μm) tale da determinare una barriera respingente per gli elettroni della zona n e le lacune della zona p . Infatti lo strato di atomi donatori positivi che si crea nella zona n respinge l'ulteriore fluire degli elettroni verso la zona p , così come lo strato di atomi accettori negativi che si crea nella zona p respinge l'ulteriore fluire delle lacune verso la zona n .

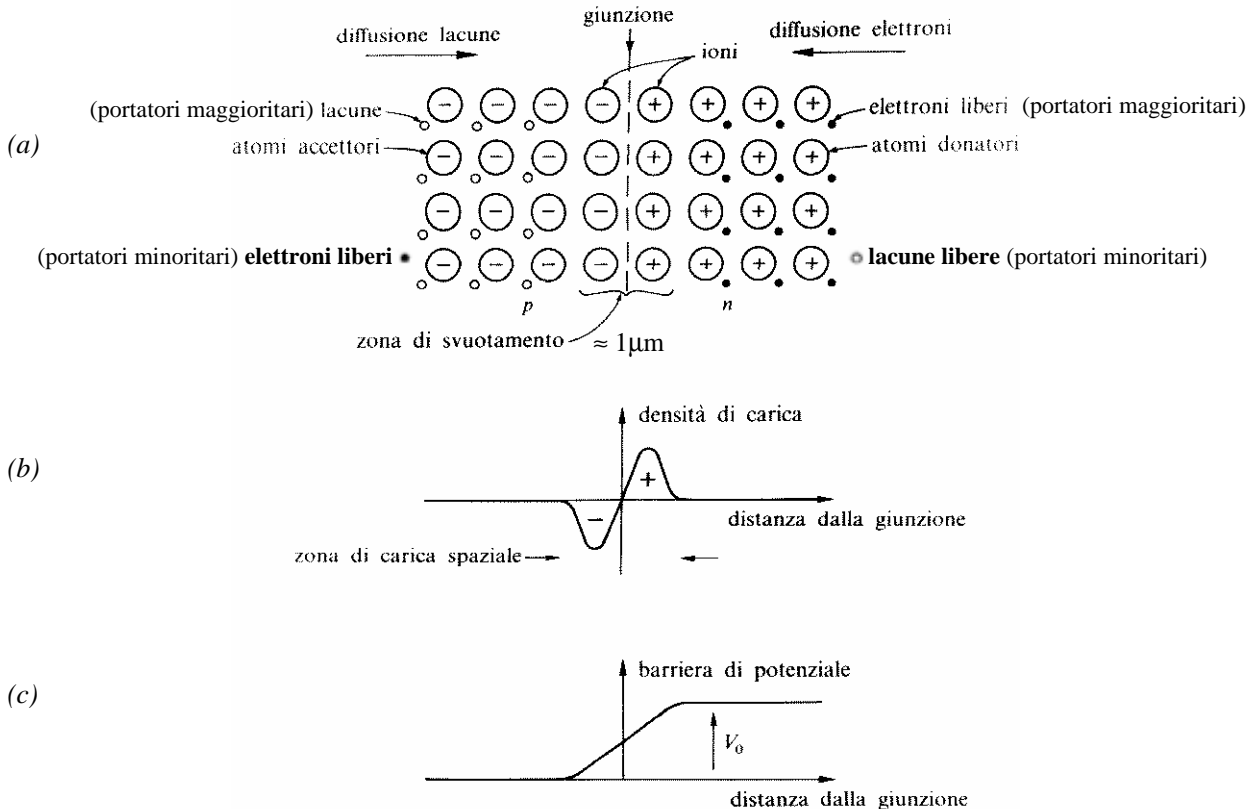


Fig. 2 - (a) Schema della distribuzione delle cariche elettriche in una giunzione pn . (b) Densità di carica. (c) Andamento del potenziale elettrico.

Applicando una tensione ai capi di un diodo l'intensità e il verso della corrente sono determinati dalla polarità e dal valore della tensione applicata.

In fig. 3a gli elettroni liberi della zona n sono attratti verso il morsetto positivo così come le lacune verso quello negativo, determinando un allargamento della zona di svuotamento. La giunzione è *polarizzata inversa*.

mente e la corrente, detta *corrente inversa di saturazione*, risulta debolissima in quanto dovuta esclusivamente ai portatori minoritari (elettroni nella zona p e lacune nella zona n) che trovano condizioni favorevoli per muoversi verso la zona opposta e ricombinarsi in prossimità della giunzione. Se la tensione inversa supera un valore critico detto *tensione di breakdown* o di *rottura*, si ha un innalzamento repentino della corrente inversa con conseguente danneggiamento del dispositivo per surriscaldamento. Tale effetto è dovuto a due meccanismi fisici che si verificano separatamente o in combinazione: l'*effetto Zener* e l'*effetto valanga*. Il primo si ha quando all'interno della giunzione il campo elettrico è così forte da strappare gli elettroni agli atomi ai quali sono in condizioni normali legati; il secondo viene innescato dalla collisione dei portatori minoritari, che hanno acquistato elevata energia cinetica in virtù dell'elevata intensità del campo elettrico, con gli atomi del reticolo cristallino con conseguente liberazione di elettroni legati (è evidente l'incremento a valanga del fenomeno).

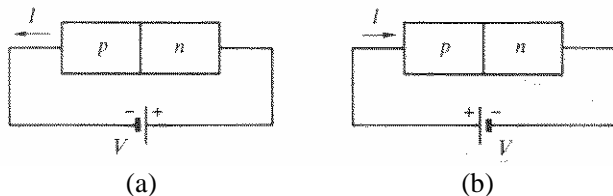


Fig. 3 - Giunzione pn polarizzata (a) inversamente e (b) direttamente.

In fig. 3b il diodo è *polarizzato direttamente* e gli elettroni liberi della zona n così come le lacune della zona p sono sospinte dal campo elettrico verso il centro della giunzione. Per bassi valori di V permane, anche se in misura ridotta, una zona di svuotamento che impedisce la conduzione. Quando però la tensione applicata supera un valore critico detto *tensione di soglia* V_γ si ha l'annullamento della zona di svuotamento e i portatori maggioritari possono liberamente fluire verso la zona opposta e ricombinarsi in prossimità della giunzione. Il diodo è in conduzione e si ha una corrente nel circuito che cresce rapidamente se si aumenta ulteriormente il valore della tensione V .

La funzionalità del diodo viene descritta dalla *curva caratteristica* che esprime l'andamento della corrente I al variare della tensione fra anodo e catodo V . In fig. 4b è rappresentata una tipica curva caratteristica di un diodo al silicio, per il quale si ha una tensione di soglia $V_\gamma \cong 0,5$ V; V_γ presenta invece valori intorno a 0,1 V per diodi al germanio. Si noti che per le correnti inverse si è usata una scala espansa per poter rappresentare i piccoli valori in gioco, mentre per le tensioni inverse si è usata una scala compressa per poter rappresentare sul grafico valori elevati della tensione inversa.

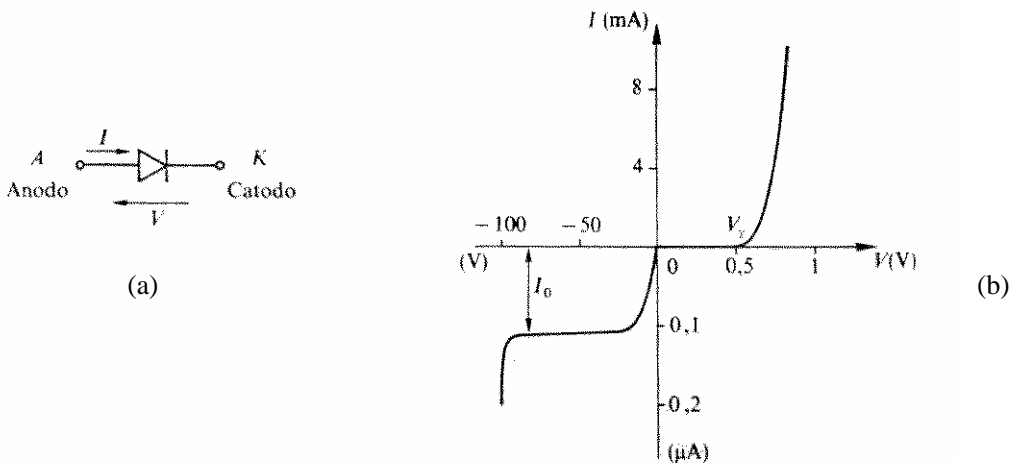


Fig. 4 - Simbolo circuitale (a) e caratteristica (b) di un diodo al silicio.

Riassumendo, si può dire che un diodo polarizzato direttamente con tensioni maggiori di V_γ conduce e offre resistenza elettrica molto bassa, diversamente si oppone al passaggio di corrente offrendo una resistenza praticamente infinita.